

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-044528

(43)Date of publication of application : 14.02.2003

(51)Int.Cl.

G06F 17/50

(21)Application number : 2001-232017

(71)Applicant : FUJI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 31.07.2001

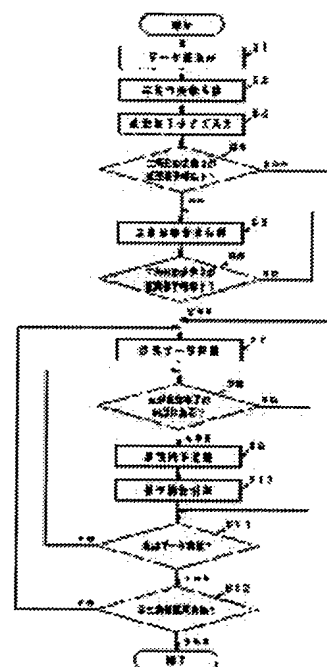
(72)Inventor : TAKAHASHI MINEO

## (54) FORMING METHOD FOR SURFACE GRID OF OBJECT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form a surface grid easily and accurately without determining whether a variety of shape data exists inside or outside of a surface grid.

**SOLUTION:** A forming method for surface grid of object comprising steps of reading shape data on a product (Step 1), dividing a size of an element shaped in a triangle up into sizes with widths not more than that of a grid intersecting at right angles (S2-S6), lay outing points representing the triangle as point group data to define a shape of the product when the sizes of the divided triangles become the sizes with the widths not more than that of the grid (S7), determining whether data on each lay out point exists inside or outside of the grid (S8), defying the grid including the points as the surface grid of the object if the point data exists inside of the grid (S9) and adding grid information on material, board thickness, weight and the like of the object to the surface grid as needed (S10).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

[4]  
[8]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-44528

(P2003-44528A)

(43) 公開日 平成15年2月14日 (2003.2.14)

(51) IntCl.<sup>7</sup>

G 0 6 F 17/50

識別記号

6 1 2

F I

G 0 6 F 17/50

テーマコード\* (参考)

6 1 2 J 5 B 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-232017(P2001-232017)

(22) 出願日 平成13年7月31日 (2001.7.31)

(71) 出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72) 発明者 高橋 峰生

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士

重工業株式会社内

(74) 代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

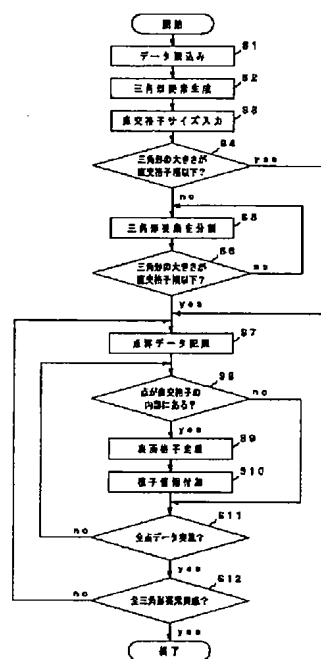
Fターム(参考) 5B046 FA06 JA07

(54) 【発明の名称】 物体の表面格子生成方法

(57) 【要約】

【課題】 多様な形状データから複雑な内外判定を行うことなく容易且つ精度良く表面格子を生成する。

【解決手段】 物体の形状データを読み込み (S1)、三角形要素の大きさが直交格子の幅以下となるまで細分化する (S2～S6)。そして、細分化した三角形の大きさが直交格子の幅以下になったとき、三角形を代表する点を物体形状を定義するための点群データとして配置し (S7)、配置された各点のデータが直交格子の内側にあるか外側にあるかの判定を行う (S8)。その結果、点データが直交格子の内側にあれば、その点を含む直交格子を物体の表面格子として定義し (S9)、必要に応じて物体の材質、板厚、重量等の格子情報を表面格子に付け加える (S10)。これにより、多様な形状データから複雑な内外判定を行うことなく容易且つ精度良く表面格子を生成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体の表面形状を直交格子のサイズ以下の複数の三角形要素に細分化した後、各三角形要素を代表する点群を物体形状の表面に沿って配置し、その点群を含む直交格子を物体の表面格子と定義することを特徴とする物体の表面格子生成方法。

【請求項2】 上記三角形要素の細分化を、三角形の中線のうちの最も短い中線で2分割することで実施することを特徴とする請求項1記載の物体の表面格子生成方法。

【請求項3】 上記三角形要素の細分化を、三角形の各辺の中点を結んで得られる4つの相似形の三角形に分割することで実施することを特徴とする請求項1記載の物体の表面格子生成方法。

【請求項4】 上記直交格子に含まれる点の数から上記表面格子が所有する物体の表面積を算出し、この表面積を格子情報として付加することを特徴とする請求項3記載の物体の表面格子生成方法。

【請求項5】 上記表面格子の位置を、物体の厚さに近い格子数に基づいて調整することを特徴とする請求項1、2、3、4のいずれかに記載の物体の表面格子生成方法。

【請求項6】 上記表面格子に、物体の物理的特性情報を付加することを特徴とする請求項1、2、3、4、5のいずれかに記載の物体の表面格子生成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CAD、FEM、計測データ等の多様な形状データから表面格子を生成する物体の表面格子生成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、CAE等の数値シミュレーションにおける物体形状の認識技術として、物体の表面形状を三次元の直交格子で定義する技術がある。この技術では、例えば特開平11-25293号公報等に開示されているように、形状データの直交格子に対する内外判定を行って表面格子を生成するのが一般的である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術では、予め内外判定の計算に必要なデータ形式で物体の形状データを作成する必要がある、データ作成作業に多大な労力を要するばかりでなく、入力データ形式を特定しなければならないことから、CAD、FEM、計測データ等の多様な形状データを共有することが困難であった。更には、内外判定に複雑な計算を要するため、精度を確保するためには高価なシステムが必要となる。

【0004】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、CAD、FEM、計測データ等の多様な形状データから複雑な内外判定を行うことなく容易且つ精度良く表面格子を生成することのできる物体の表面格子生成方法

を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の発明は、物体の表面形状を直交格子のサイズ以下の複数の三角形要素に細分化した後、各三角形要素を代表する点群を物体形状の表面に沿って配置し、その点群を含む直交格子を物体の表面格子と定義することを特徴とする。

【0006】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、上記三角形要素の細分化を、三角形の中線のうちの最も短い中線で2分割することで実施することを特徴とする。

【0007】請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、上記三角形要素の細分化を、三角形の各辺の中点を結んで得られる4つの相似形の三角形に分割することで実施する。

【0008】請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、上記直交格子に含まれる点の数から上記表面格子が所有する物体の表面積を算出し、この表面積を格子情報として付加することを特徴とする。

【0009】請求項5記載の発明は、請求項1、2、3、4のいずれかに記載の発明において、上記表面格子の位置を、物体の厚さに近い格子数に基づいて調整することを特徴とする。

【0010】請求項6記載の発明は、請求項1、2、3、4、5のいずれかに記載の発明において、上記表面格子に、物体の物理的特性情報を付加することを特徴とする。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1～図5は本発明の実施の第1形態に係わり、図1は表面格子生成システムの構成図、図2は表面格子生成処理のフローチャート、図3は多角形の面データの三角形要素への分割を示す説明図、図4は三角形要素の細分化処理の説明図、図5は三角形要素の他の細分化処理の説明図である。

【0012】図1において、符号1は、直交格子から物体の形状を定義する表面格子データを生成する表面格子生成システムの概略構成を示すものであり、システム全体を制御すると共に表面格子データ生成のための各種処理を実行するCPU2、処理途中の一時データ等を格納するメモリ3、磁気ディスク装置等の主記憶装置4を備えるワークステーション本体5を中心として構成される。

【0013】ワークステーション本体5には、画像を表示するためのディスプレイ6、数値・文字や各種処理の操作情報を入力するためのキーボード7、ディスプレイ6上に表示された画像の位置等を指示するためのポインティング装置としてのマウス8、処理すべき形状データ等を記憶した外部記憶装置9、生成した格子データを格

納するための外部記憶装置10等が接続されている。

【0014】この表面格子生成システム1で解析可能な形状データは、CADデータ、FEMモデルデータ、実測形状データ等であり、物体の表面形状に沿って発生させた点群データを、直交格子の内外判定に利用し、点群データの中の点が直交格子の内部に含まれれば物体表面、含まれなければ空間と判断することで、直交格子における物体の表面情報を定義する。

【0015】詳細には、物体の表面形状データを、直交格子のサイズ以下となるまで三角形要素で細分化し、各三角形要素を代表する点を物体形状を定義するための点群データとして配置する。そして、点群における各点が直交格子の内側にあるか外側にあるかをチェックし、点が直交格子の内側にあれば、その点を含む直交格子を物体の表面格子として定義する。

【0016】以下、表面格子データの生成処理について、図2のフローチャートを用いて説明する。

【0017】この処理では、まず、ステップS1で、外部記憶装置9から物体の形状データを入力データとして読み込み、ステップS2で物体の形状データを複数の任意の三角形要素に分割する。具体的には、物体の形状データが多角形、例えば、図3に示すように五角形である場合、この五角形で表される物体の形状データを3つの三角形に分割する。すなわち、処理すべきデータを種類とし、しかも幾何学的に最小単位の三角形とすることで、以下に述べる三角形の細分化や点群データの配置を容易とする。尚、物体の形状データが既に三角形要素で定義されている場合には、このステップS2の処理は必要ない。

【0018】次に、ステップS3へ進むと、直交格子のサイズ（格子幅）と直交格子全体の領域を指定し、ステップS4で、三角形の大きさが直交格子の幅以下か否かを調べる。ここで、三角形の大きさは、三角形の最も長い辺、中線の長さ、外接円の直径等で代表するものである。そして、三角形の大きさが直交格子の幅以下の場合には、ステップS4からステップS7へジャンプし、三角形の大きさが直交格子の幅以下でない場合、ステップS4からステップS5へ進む。

【0019】ステップS5では、物体表面の三角形要素を更に分割して細分化し、ステップS6で、再度、三角形の大きさが直交格子の幅以下か否かを調べる。そして、三角形の大きさが直交格子の幅以下でないときには、ステップS5へ戻り、三角形の細分化を進める。

【0020】この三角形の細分化処理は、例えば、以下の(1)、(2)で説明するように、三角形を最短の中線で分割する手法、或いは3辺の中点で分割する手法を用いる。

【0021】(1) 最短の中線で分割

図4に示すように、一つの三角形を、その最短の中線で2つの三角形に分割し、分割した2つの三角形の各々を

最短の中線で更に分割するといった処理を、物体表面の全ての三角形要素の大きさが直交格子の幅以下となるまで繰返す。この手法では、元の三角形が扁平率の大きい三角形、すなわち歪んだ三角形であっても、より扁平率の小さい、均等に近い三角形に分割することができる。従って、分割回数を少なくすることが可能であり、処理効率を向上することができる。

【0022】(2) 3辺の中点で分割

図5に示すように、一つの三角形を、その3辺の中点を結んでできる相似形の新たな三角形a、b、c、dで4つに分割し、分割した4つの三角形a、b、c、dの各々を、3辺の中点を結んでできる相似の三角形で更に4つに分割するといった処理を、物体表面の全ての三角形要素の大きさが直交格子の幅以下となるまで繰返す。この手法では、三角形が相似形に分割され、分割した三角形の面積が分割前の三角形の面積の1/分割数となるため、直交格子に含まれる三角形の数（点データの数）から物体の表面積を近似的に算出することができ、物体の表面積を格子情報として与えることができる。

【0023】次に、以上により、細分化した三角形の大きさが直交格子の幅以下になったとき、ステップS5からステップS7へ進み、分割された各三角形を代表する点を、物体形状を定義するための点群データとして配置する。各三角形を代表する点群は、各三角形の重心、頂点、内接円又は外接円の中心等である。

【0024】続くステップS8では、配置された各点のデータが直交格子の内側にあるか外側にあるかの判定を行う。その結果、点データが直交格子の外側であれば、ステップS11へジャンプし、点データが直交格子の内側にあれば、ステップS9で、その点を含む直交格子を物体の表面格子として定義する。そして、ステップS10へ進み、必要に応じて物体の材質、板厚、重量等の格子情報を表面格子に付け加え、ステップS11で、全部の点データについて上述の判定処理を実施したか否かを調べる。

【0025】その結果、全部の点データについての判定処理が終了していない場合には、前述のステップS8に戻り、全部の点データについての判定処理が終了した場合、ステップS12へ進む。ステップS12では、全部の三角形要素について上述の処理を実施したか否かを調べる。そして、未だ全部の三角形要素について処理を終了していない場合には、ステップS7へ戻り、全部の三角形要素について処理を終了した場合、ステップS12から抜けて処理を終了する。

【0026】以上の処理により、物体表面形状を三角形要素で細分化して格子幅以下の点群データを発生させ、各点の直交格子に対する位置関係を調べて物体形状を定義する表面格子を生成するため、従来のような線或いは面による複雑な内外判定の計算を行うことなく、簡単且つ精度高く物体を定義することができる。

【0027】しかも、物体がどんな形状であっても、表面形状に沿った点群を発生させることは可能であるため、入力データ形式を選ぶことなく、多様なデータを共有することができ。また、表面格子に物体の物理的特性を付加することで、各種解析計算やポスト処理を行う際の条件として用いることができる。

【0028】図6は本発明の実施の第2形態に係わり、表面格子生成処理のフローチャートである。

【0029】第2形態は、三次元スキャナ等により物体表面の形状データを点群データとして取得し、この点群データを入力データとして処理して表面格子データを生成するものである。

【0030】以下、第2形態における表面格子生成処理について、図6のフローチャートを用いて説明する。この処理では、ステップS20において、図示しないスキャナ等で生成された物体表面の点群データを読み込み、ステップS21で、直交格子のサイズ（格子幅）と直交格子全体の領域を指定する。次いで、ステップS22へ進み、読込んだ点群データの中で最も近い2点間の距離が直交格子の幅以下か否かを調べる。

【0031】そして、2点間の距離が直交格子の幅以下の場合には、ステップS22からステップS25へジャンプし、2点間の距離が直交格子よりも大きい場合、ステップS22からステップS23へ進んで2点の間に新たな点を補間し、ステップS24で、再度、補間した新たな点と元の2点のうちの近い方の点との間の距離が直交格子の幅以下か否かを調べる。その結果、2点間の距離が直交格子よりも大きい場合には、ステップS22へ戻って2点間の補間を繰返し、2点間の距離が直交格子以下になったとき、ステップS25へ進んで各点のデータが直交格子の内側にあるか外側にあるかの判定を行う。

【0032】その結果、点データが直交格子の外側であれば、ステップS25からステップS28へジャンプし、点データが直交格子の内側であれば、ステップS25からステップS26へ進んで、その点を含む直交格子を物体の表面格子として定義する。次いで、ステップS27へ進み、必要に応じて物体の材質、板厚、重量等の物理的特性情報を表面格子に付加し、ステップS28で、全部の点データについて上述の判定処理を実施したか否かを調べる。そして、全部の点データについての判定処理が終了していない場合には、前述のステップS25に戻り、全部の点データについての判定処理が終了した場合、ステップS28から抜けて処理を終了する。

【0033】第2形態では、従来のような面データが無くとも、点だけのデータから格子生成ができるため、入力データを選ばないという利点に加え、補間する点の数により形状表現精度を制御することができることから、より適応範囲の広い柔軟なシステムを実現することができる。

【0034】図7及び図8は本発明の実施の第3形態に係わり、図7は表面格子生成処理の部分フローチャート、図8は板厚を考慮した格子位置の調整を示す説明図である。

【0035】第3形態は、前述の第1形態に対し、物体形状の厚さが重要となる場合に対処するものである。すなわち、厚さのある物体に対し、その表面データから格子データを生成すると、直交格子と物体表面との位置関係によっては、物体の実寸法の厚さを近似した格子数に比べて大きくなってしまふことがある。このような場合、表面格子の位置よりも、厚さ方向の格子数を優先させ、実寸法を近似した格子数で表面格子の位置を調整する。

【0036】このため、第3形態の表面格子生成処理では、第1形態の表面格子生成処理（図2参照）において格子情報を付加するステップS10の後に、物体の厚さに応じた補正を加えるためのステップ（S10-1）を追加する。

【0037】すなわち、図7のフローチャートに示すように、第1形態と同様のステップS1～S6を経てステップS7で点群データを配置した後、ステップS8で、配置された各点のデータが直交格子の内側にあるか外側にあるかの判定を行い、点データが直交格子の外側であれば、ステップS11へジャンプし、点データが直交格子の内側であれば、ステップS9で、その点を含む直交格子を物体の表面格子として定義する。そして、ステップS10で、物体の材質、板厚、重量等の付加情報を表面格子に付け加えた後、ステップS10-1へ進み、厚さ方向の実寸法を近似した格子数で表面格子の位置を補正し、第1形態と同様のステップS11、S12を経て処理を終了する。

【0038】例えば、図8（a）に示すように、物体の厚さdが格子のサイズδより厚い場合（ $d > \delta$ ）、物体の表面データから直交格子を生成すると、図8（b）に示すように、厚さD1の物体の直交格子が生成される。従って、物体の実寸厚さdを格子サイズδで除算した値に最も近い整数値D2と、物体の直交格子の厚さD1とを比較し、 $D1 = D2$ のとき、先に生成した表面格子の位置はそのままとし、 $D1 > D2$ のときには、物体表面と直交格子の位置関係を調べて表面格子の位置を調整する。

【0039】この格子位置の調整は、図8（c）に示すように、厚さD1の表面格子の両端における物体との位置の差 $\Delta d1$ 、 $\Delta d2$ を比較することで行い、 $\Delta d1 > \Delta d2$ のとき、 $\Delta d1$ 側の表面格子を $\Delta d2$ 側に1格子分だけオフセットさせ、図8（d）に示すように、 $D1 = D2$ となるように調整する。

【0040】第3形態では、物体の厚さの実寸法に最も近い格子数で物体を定義するため、厚さが重要な要素となる部品について、表面形状データから厚さを考慮した

格子生成が可能となり、より精度高く物体を定義することができる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、物体表面形状を直交格子のサイズ以下まで三角形要素で細分化して点群データを発生させ、各点の直交格子に対する位置関係を調べて物体形状を定義する表面格子を生成するので、複雑な内外判定を行うことなく、多様な形状データから容易且つ精度良く表面格子を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第1形態に係わり、表面格子生成システムの構成図

【図2】同上、表面格子生成処理のフローチャート

【図3】同上、多角形の面データの三角形要素への分割※

※を示す説明図

【図4】同上、三角形要素の細分化処理の説明図

【図5】同上、三角形要素の他の細分化処理の説明図

【図6】本発明の実施の第2形態に係わり、表面格子生成処理のフローチャート

【図7】本発明の実施の第3形態に係わり、表面格子生成処理の部分フローチャート

【図8】同上、板厚を考慮した格子位置の調整を示す説明図

10 【符号の説明】

1 表面格子生成システム

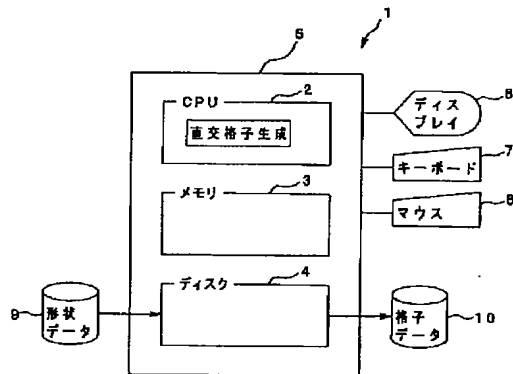
5 ワークステーション本体

9, 10 外部記憶装置

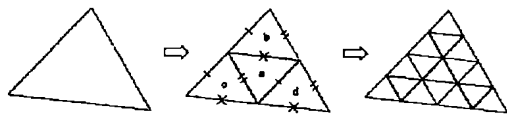
d 物体の厚さ

$\delta$  格子サイズ

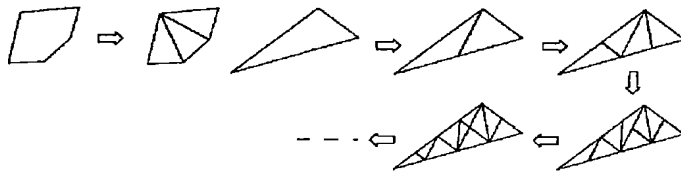
【図1】



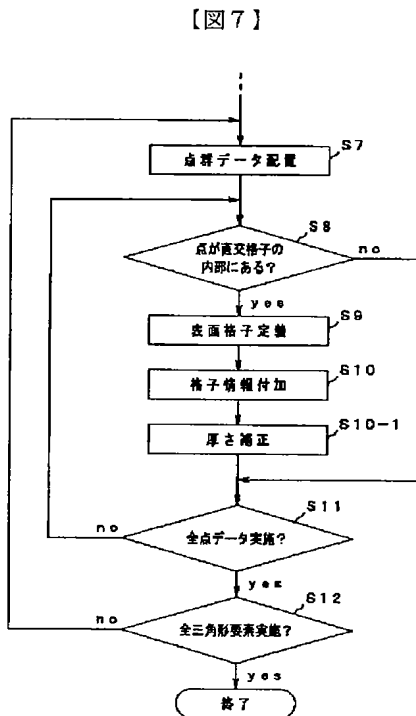
【図5】



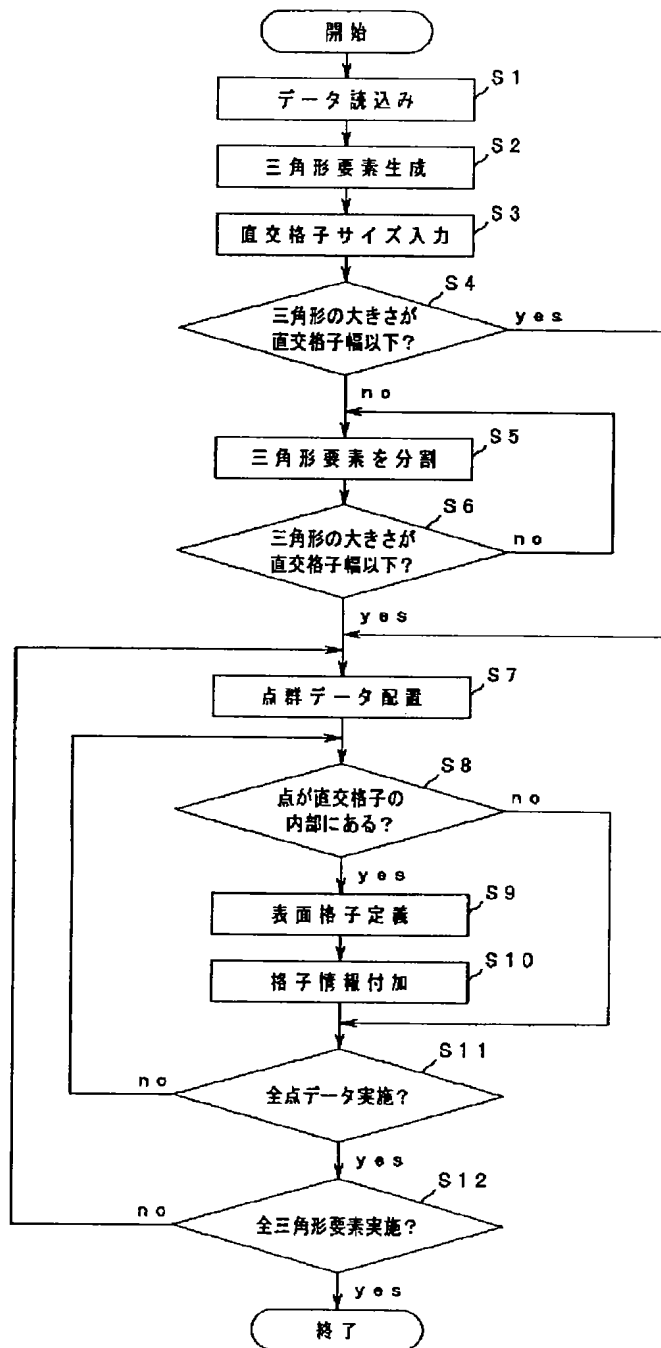
【図3】



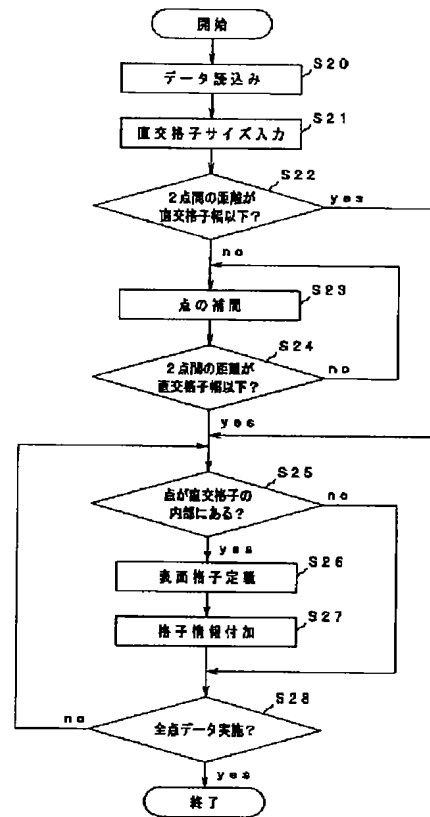
【図4】



【図2】



【図6】



【図8】

